

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-073309

(43)Date of publication of application : 17.03.1995

(51)Int.Cl.

G06T 5/00

G06T 1/00

(21)Application number : 05-220861

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.09.1993

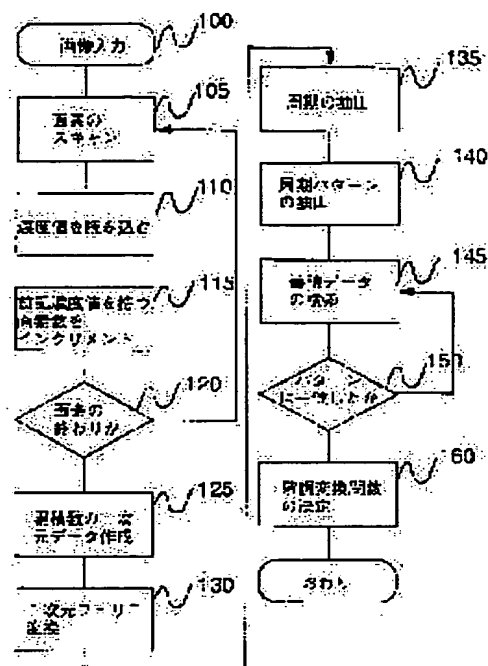
(72)Inventor : NOYAMA HIDEO  
KATO MAKOTO

## (54) IMAGE SYNTHESIZING METHOD AND DATA COMPRESSING/ RESTORING METHOD BY HISTOGRAM ANALYSIS

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method for restoring image data, whose gradation is converted, to original image data before the gradation is converted.

CONSTITUTION: Linear data showing a cumulative number is produced by obtaining the histogram of an image (125) and a power spectrum is obtained by performing linear Fourier transform on the linear arrangement of these data (130). A frequency and a cycle pattern are obtained from this spectrum (140), this cycle pattern is compared with a cycle pattern analitically obtained in advance (150) and the function of gradation conversion is decided by using analytic data when the patterns are matched (160). Thus, even when the kind of gradation conversion applied to the image is not recognized, the data of the original image excluding the influence of gradation conversion can be restored.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-73309

(43) 公開日 平成7年(1995)3月17日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 5/00 1/00		9191-5L 8420-5L 8420-5L	G 0 6 F 15/ 68 15/ 66	3 1 0 J 3 1 0 4 5 0
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)				

(21) 出願番号 特願平5-220861

(22) 出願日 平成5年(1993)9月6日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 野山 英郎

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 加藤 誠

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 画像合成方法およびヒストグラム分析によるデータ圧縮/復元方法

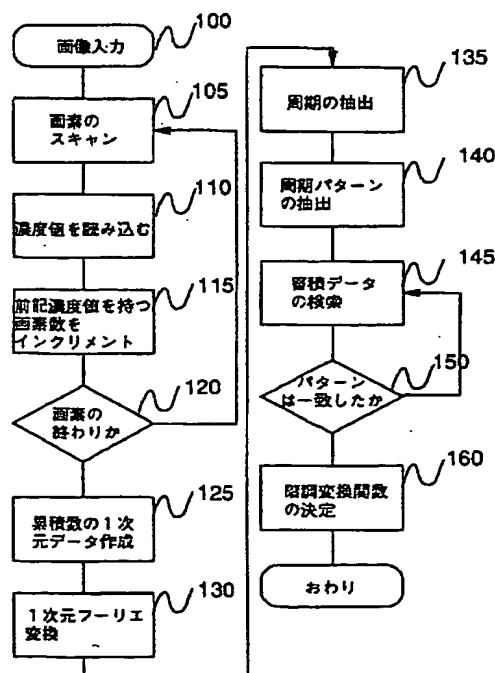
(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、階調変換されている画像データを階調変換がなされる前の原画像データに復元する方法を提供することにある。

【構成】 画像のヒストグラムを求めて累積数の1次元データを作り(125)、このデータの1次元配列を1次元フーリエ変換してパワースペクトルを得る(130)。このスペクトルから周波数と周期パターンを求め(140)、この周期パターンと予め解析的に求めておいた周期パターンと比較し(150)、パターンが一致した時の解析データを用いて階調変換の関数を決める(160)。

【効果】 本発明により、画像に掛けられている階調変換の種類が分からない場合についても、階調変換の影響を取り除いた原画像のデータを復元することができる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ディジタル的に表現された画像の階調を関数によって変換する計算機システムにおいて、変換画像の画素値のヒストグラムを求めて累積数の1次元データを作り、これを1次元フーリエ変換することによってパワースペクトルを求め、ヒストグラムに含まれる周期パターンに基づいて加工に用いた階調変換の関数を推定するデータ解析方法、ならびに推定した階調変換の逆変換関数を求めて原画像データを復元するデータ復元方法。

【請求項2】ディジタル的に表現された画像の階調を関数によって変換する計算機システムにおいて、変換画像の画素値のヒストグラムを求め、ある画素値の累積数と次の画素値の累積数の比を求めて累積数比として1次元データを作り、これを1次元フーリエ変換することによってパワースペクトルを求め、ヒストグラムに含まれる周期パターンに基づいて加工に用いた階調変換の関数を推定するデータ解析方法、ならびに推定した階調変換の逆変換関数を求めて原画像を復元するデータ復元方法。

【請求項3】背景となるディジタル的に表現された画像中に、別のディジタル画像の一部を重畳合成した画像を作成する計算機システムにおいて、2つの画像それぞれを請求項2のデータ復元方法を用いて復元し、さらに2つの画像の撮影条件の相違が絞り値等により明確な場合はこの値を用いて画像の階調を補正し、出力画像を背景画像と重畳画像として合成画像を作成することを特徴とする画像合成方法。

【請求項4】ディジタル的に表現された画像を階調変換によって加工する計算機システムにおいて、画像データにその画像の関連情報を記述するデータ領域を付加して用意し、そのデータ領域に原画像の画素値と階調変換後の画素値の対応付け情報を蓄積しておく画像データ蓄積装置、ならびにデータ領域の画素値の対応付け情報から変換画像の画素値に対応する原画像の画素値を検索する機能を有し、この対応に基づいて原画像を復元するデータ復元方法。

【請求項5】ディジタル的に表現された画像に限られた数の色で表現する必要がある計算機システムにおいて、使用する色を階調数を減らすことで限定することを特徴とし、画素値を線形変換するとき画素値のヒストグラムが請求項2記載の周期パターンを生じるように階調変換の関数を設定し、線形変換した濃度値を変換画像のパレットの番号として用いることを特徴とするデータ圧縮方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ディジタル画像処理における階調変換処理に係り、例えば背景となる画像中に別の画像の一部を重畳する画像合成シミュレーションにおいて、使用する画像の階調を揃えたい場合に階調変換後の画像から原画像を復元する方法、並びにディジタル

画像処理におけるデータ圧縮復元方法、及びそれらに用いる画像情報記述形式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ディジタル画像を記憶装置に記録して保存する場合、画像中の画素が持つ濃淡値を成分毎あるいは幾つかの成分を一定の順番に並べて記録する。このような、ベタ画像のデータは冗長であることから、JPEG等の圧縮を行なったデータとして記録する場合もある。さらに、前記画像データにヘッダと呼ばれる画像の関連情報を記述するデータ領域を付加し、そのデータ領域に画像名や画像の縦横サイズなどを記録するのが一般的である。日経コンピュータグラフィックス（1989年10月号、p.196～p.204）によれば、TIFF等の標準画像フォーマットには、これらの他に画像を撮影した日時や場所、入力機器名称の項目を記録する領域が用意されている。しかしながら、入力装置によって計算機システム内に表現された画像は、階調の変換や幾何的な変換をして利用するのが普通であり、標準画像フォーマットはこれらの変換情報を記録する構造を持っていない。従って、画像の階調変換は、人間が試行錯誤しながら階調変換を繰り返すしか方法が無かった。

【0003】一方、階調変換によって階調数を制限していくと、画像の濃淡値が飛び飛びの値をとるようになる。これらの値をパレットの番号と対応付ければ、1画素を表現するのに必要なバイト数を減らすことができる。このパレット番号を用いて、濃淡値の2次元配列からなる画像を限定色パレット番号の配列に置き換えると、画像のデータ量をかなり少なくすることができる。しかしながら、一度限定色で表現された画像データは、表示する場合にその階調数以下でしか描画できなかった。さらに、パレット番号と画素の濃度値を対応づける表（以後、濃度値テーブルと記述する）を画像データに付加するのが常識であった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の方法においては、次のような課題がある。

【0005】すなわち、ディジタル画像に対して階調変換を繰り返すと、画素値が平均化された状態となり、結果として階調数の少ないのっぺりとした画像になってしまう。一方、記憶装置に保存されたディジタル画像は、入力装置の特性を補正する処理として、入力画像を階調変換した画像であることが一般的であり、さらに画質の改善等を目的に階調変換がなされていることも多い。

【0006】このような画像を用いて、例えば、或る画像に別の画像の一部を重畳した合成画像を作る場合、2つの画像の階調を揃える目的で、一方あるいは両方の画像をさらに階調変換しなければならない。このように必要性に任せて階調変換を繰り返すと、前述した画質の劣化を起こしてしまう現象を避けることができないという課題があった。

【0007】また、画像のデータ量を少なくする方法はJ P E G等幾つかあるが、前記従来の技術で記載したパレット番号を用いることでデータ量を少なくする方法では、データ量は階調数の減少に比例して少なくなるが、それ以下の階調数でしか画像表示できなくなってしまう。さらに、パレット番号と画素の濃度値を対応づける濃度値テーブルが無いと画像の表示自体ができなかった。すなわち、この方法は画像の濃淡情報量を欠落させるだけの処理でしかなかった。

【0008】このように従来の方法は、画像のデータ量を少なくしようとすれば、表示に用いる階調数を制限する濃度値パレットを用いることになり、この濃度値パレットに関する情報を画像のデータに付け加えておかねばならないという課題があった。

【0009】本発明の第1の目的は、階調変換されている画像データを階調変換がなされる前の画像（以後、「原画像」と言う）データに復元する方法を提供することにある。

【0010】本発明の第2の目的は、背景となる画像中に別の画像の一部を重畳する画像合成シミュレーションにおいて、階調数を落さないで、使用する2つの画像の階調を揃える方法を提供することにある。

【0011】本発明の第3の目的は、画像データを記憶装置に保存する場合や画像データをネットワーク間で通信する場合に、データ量の圧縮及び伸長復元方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記第1の目的を達成するため、階調変換が画像の階調数に及ぼす効果について解析的に求めた情報と、任意の画像を構成する画素の濃度値のヒストグラム（以下、特に明記しない限り、画素値として記述されている濃度値のヒストグラムを単に「ヒストグラム」と言う）に含まれる周期パターンを比較し、一致したパターンから画像に対して処理された階調変換の種類を推定する。上記推定した階調変換の逆変換を画像に対して掛けることによって、階調変換が掛けられる以前の原画像に復元できる。

【0013】本発明では、上記第1の目的を達成するための別の手段として、階調変換の情報を画像データと共に記録媒体の蓄積手段に蓄積しておき、その蓄積された情報を検索して、画像データに対応する原画像の画素値を求める。

【0014】本発明では、上記第2の目的を達成するため、背景となる画像と重畳画像のそれぞれについて、前記第1の目的を達成するための手段を用いて階調変換が掛けられる以前の原画像を復元し、復元された2つの原画像を使って合成画像を作成する。

【0015】本発明は、上記第3の目的を達成するため、画像に対して線形な階調変換を行ない、周期パターンをヒストグラムが持つ変換画像を作るものであり、ま

た前記手法で圧縮した画像データを前記第1の目的を達成するための手段を用いて変換が掛けられる以前の原画像に伸長復元する。

【0016】

【作用】入力機器のハード的な特性や入力後のソフト的な処理によって階調変換された画像があるとき、これらの階調変換についての情報が無くても、これらの影響を取り除いた原画像データを復元することが可能になる。そこで、デジタル画像に対して階調変換を掛ける必要性がある場合に、何度も階調変換を掛けてしまい、画像が階調数の少ないのっぺりとした画像になってしまう操作ミスがなくなる。

【0017】さらに、画像合成シミュレーション等に用いる画像が同じ入力機器によって入力された画像データであるなら、本発明方法によって自動的に原画像に戻すことができるので、階調を揃える処理が不要になる。

【0018】また、画像データを限定色によるパレット表現として圧縮する時に、画像の濃度値とパレット番号を関連付けるテーブルを持たせなくても良くなる。

【0019】

【実施例】以下、本発明の1実施例を詳細に説明する。

【0020】図1は、本手法の処理手順の1実施例を表わすフローチャート、図2は図1の処理段階でのデータ表現を示す説明図である。図1のステップ100において、階調変換の掛けられた画像を入力し、ステップ105において上記画像が順次にスキャンし、画素値である濃度値をステップ110でメモリ上に読み込む。白黒画像の場合の画素値は濃度値をそのまま用い、カラー画像の場合は赤・緑・青の各成分毎に分け、各成分毎に濃度値の分析を行なう。次に、ステップ115で各濃度値を持つ画素の累積数がインクリメントされる。ステップ120で全ての画素がスキャンされたかどうかが判定され、全ての画素がスキャンされると各濃度値を持つ画素の累積数が求められる。

【0021】この処理によって、図2の(A)に示すようなヒストグラムが計算機システムのメモリ上に作られる。図2の(A)において、横軸は濃度値を示し、縦軸は累積数を示している。

【0022】このヒストグラムをステップ125において、累積数の1次元データに書き替えると、図2の

(B)に示す1次元配列として表現される。次に、このデータをステップ130において1次元フーリエ変換すると、図2の(C)に示すパワースペクトルが得られる。図2の(C)において、横軸は周波数であり、縦軸はスペクトルを示す。

【0023】このパワースペクトルをステップ135で分析し周期を抽出する。すなわち、ステップ140でスペクトルの高い周波数が周期と対応する。ステップ145で、蓄積手段に予め蓄積しておいた周期パターンを検索し、ステップ150の判定部においてパターンが一致

するかどうかを調べ、一致するデータが見つかるまでステップ145に戻って検索を続ける。パターンが一致したならステップ160で階調変換の関数が決められる。

【0024】上記処理により、図2の場合は、周期が「4」で、周期パターンは(1、1、1、2)であることが分かる。ヒストグラムに雑音に乗っている場合でも、スペクトル領域で分析すれば、高周波成分に影響がでるだけであり、周期の抽出に影響しない。

【0025】このように、本発明では、まず周期パターンを抽出し、次に予め解析的に求めておいた知識と照らし合わせ、パターンの一一致する階調変換を見つけることで、画像に掛けられている階調変換を推定する手順を踏む。解析的に求めた知識については、後で詳しく述べる。図2の(A)に示すヒストグラムを持つ画像は、図2の(D)に示す階調変換が掛けられていると推測される。ここで、図2の(D)において、横軸は階調変換する前の濃度値を表わし、縦軸は階調変換後の濃度値を表わす。

【0026】次に、階調変換の種類と変換画像のヒストグラムがどのような関係にあるかを解析的に調べてみる。この結果を知識データベースとして計算機システムの蓄積手段に蓄積しておき、図1のステップ150における処理に用いる。

【0027】図3は、あるサンプル画像について階調変換を掛けることによって、ヒストグラムがどのように影響を受けるかを示す説明図である。

【0028】まず、簡単な為、画像の濃度値のヒストグラムが図3の(A)のように均一になっている例について解析する。図3の(B)に示す階調変換の例1(傾きが1より大きい線形変換)を上記サンプル画像に掛けると、図3の(C)に示すような飛び飛びのヒストグラムとなり、その間隔及びパターンは傾きに依存して決まる。すなわち、図3の(C)は、図3の(A)のヒストグラムを持つ画像に対して、図3の(B)の傾きを「 $5/3$ 」としたときの変換後画像のヒストグラムであり、周期が分子のbに対応し、b個の内a個の濃度値の画素が変換画像中に存在している。

【0029】一方、図3の(D)に示す階調変換の例2(傾きが1より小さい線形変換)を上記画像に掛けると、図3の(E)に示すような櫛状のヒストグラムとなり、その間隔及びパターンはやはり傾きに依存して決まる。すなわち、図3の(E)は、図3の(A)のヒストグラムを持つ画像に対して、図3の(B)の傾きを「 $3/4$ 」としたときの変換後画像のヒストグラムであり、周期が分子のbに対応し、b個の内(a-b)個の濃度値の画素数が他の濃度値の画素数の2倍になっている。このように、ヒストグラムの周期及び周期パターンが決まれば、画像に対して掛けられた階調変換も一意に決まることになる。

【0030】図4は、図3の(A)のヒストグラムを持

つ画像に対して、図3の(B)2の傾きを $5/a$ (aは自然数)とした場合について、ヒストグラムの形状を比較した説明図である。図4の(A)は「 $a=1$ 」の時の変換後画像のヒストグラムであり、図4の(B)は「 $a=2$ 」の時、図4の(C)は「 $a=3$ 」の時、図4の(D)は「 $a=4$ 」の時、図4の(E)は「 $a=6$ 」の時、図4の(F)は「 $a=7$ 」の時、図4の(G)は「 $a=8$ 」の時、図4の(H)は「 $a=9$ 」の時のヒストグラムをそれぞれ示す。また、 $a=5$ の時は恒等変換になるので、図3の(A)と同じヒストグラムになる。

【0031】このことから、例えば周期が「5」と分かった場合、その周期パターンが図4の(A)の(0、0、0、0、1)であれば「 $a=1$ 」であると言えるし、(0、1、0、0、1)であれば「 $a=2$ 」である。同様に、周期パターンが(1、0、1、0、1)であれば「 $a=3$ 」、(1、1、1、0、1)であれば「 $a=4$ 」であり、(1、1、1、1、2)であれば「 $a=6$ 」、(1、2、1、1、2)であれば「 $a=7$ 」、(2、1、2、1、2)であれば「 $a=8$ 」、(2、2、2、1、2)であれば「 $a=9$ 」であると言える。

【0032】従って、このようなパターンと図3の(B)の傾きを $b/a$ の対応付けを、計算機システムの記録媒体内の記憶領域に予め登録しておき、ヒストグラムの周期が与えられた時にその周期を構成する周期パターンを記憶領域内で検索し、同じパターンを見つけ出せば傾きを1つに決めることができる。

【0033】図5は、図3で用いた階調変換を組み合わせ、より汎用的な階調変換の例を示す説明図である。図5の(A)は、原画像の濃度値がaの位置で階調変換の関数が折れ曲がる場合の例である。階調変換を掛けた画像のヒストグラムは、図3の2つのヒストグラムを組み合わせた図5の(B)のヒストグラムになる。この場合、ヒストグラムのパターンが変化する濃度値bを決めて、ヒストグラムを2つの領域に分離すれば、前記と同様にそれぞれの階調変換の関数を一意に決めることができる。このように局所的にヒストグラムを見ることによって、非線形な階調変換の関数についても線形近似し、変換関数を推定することができる。

【0034】図6は自然画像のような一般の画像について、階調変換を掛けることによってヒストグラムがどのように影響を受けるかを示す説明図である。一般の画像とは、自然の風景などを写真撮影した画像を意味し、そのヒストグラムは図6の(A)に示すように滑らかに変化しているものである。従って、アニメーションのセル画のような特定の色だけを使う画像は含まない。

【0035】この画像に対して、図6の(C)に示す階調変換の例1を掛けると、変換画像は図6の(D)に示すように飛び飛びのヒストグラムを持つようになる。

【0036】このヒストグラムを用いて累積数の1次元

データに書き替えるとばらばらの値のデータになり、これを1次元フーリエ変換してもパワースペクトルがうまく得られないと予想される。そこで、濃度値 $n$ の累積値 $\rho(n)$ を、濃度値の一つ低い $(n-1)$ の累積値 $\rho(n-1)$ で割った値(以後、累積数比と記述する)を用いる。すると、ヒストグラムは図6の(B)のように変換され、累積数比がほぼ「1」の値をとることになる。ただし、このような割算をする場合、分母に零がくると値が発散してしまうので例外処理が必要である(左端の濃度値)。このように、累積値の代わりに累積値比を用いて階調変換の影響を調べると、図6の(E)のようになり、1次元フーリエ変換を用いたパワースペクトルの検出が容易になることが期待できる。

【0037】図7は、図6で用いた一般の画像に対し、図7の(A)に示す階調変換の例2(傾きが1より小さい線形変換)を掛けた時の影響を示す説明図である。変換画像のヒストグラムを採ったものが図7の(B)である。また、累積値の代わりに累積値比を用いたのが図7の(C)である。この図を比較しても明らかなように、累積値比を用いた方が周期パターンの抽出が容易であると予想される。以上の結果より、一般的な画像を扱う場合、ヒストグラムから濃度値比の一次元データを作成し、1次元フーリエ変換してパワースペクトルを得る処理とする。

【0038】次に、階調変換に使われた変換関数が分かった場合に、原画像を復元する手順について述べる。図8は、この手順を示すフローチャートであり、図9は、ヒストグラムを復元する際の説明図である。

【0039】図1のステップ150において階調変換の関数が推定され、図8のステップ200に引き渡されたとする。ステップ210では、渡された関数の逆変換関数が作成される。これは例えば、傾きが $b/a$ の関数の逆変換関数の傾きは $a/b$ とするものであり、数学的に $y=x$ の直線に対して対称な関数の式を計算することで求められる。次に、ステップ220で先程求めた関数を用いて階調変換を行なう。

【0040】例えば、 $a > b$ とする時、ステップ220の処理によって図9の(A)のヒストグラムを持つ画像は、図9の(B)のヒストグラムを持つ画像に変換される。しかし、ここで得られたヒストグラムは原画像のものとは異なっている。すなわち、原画像のヒストグラムは図9の(C)のように均一に滑らかなものとなっている筈であり、図9の(B)における濃度値 $n$ の累積値 $2a$ のうち、他の累積値から突出している部分が、隣の濃度値 $n+1$ の累積値0の部分で埋めるように補正しなければならない。何処の累積値をどの位の数だけ何処に移動すべきかということについても、解析的に決めることができる。すなわち、逆変換の関数が決まれば、何処の濃度値が零になるか分かるので、そこに突出している累積値を移動すれば良い。このように、ヒストグラムの周

期パターンから原画像のヒストグラムを推測するヒストグラムの平滑化処理をステップ230で行なう。

【0041】最後に、求めたヒストグラムに従って、画素に対する画素値の割付けをステップ240で行なう。ただし、図9の(C)での濃度値 $n$ と $n+1$ の累積画素数 $2a$ 個については、濃度値 $n$ と $n+1$ がランダムに $a$ 個ずつ割り付けられる。

【0042】図10は、一般の画像について原画像の復元をする場合、ステップ230の平滑化をどのようにして行なうかを示す説明図である。図9において、図9の(A)が図10の(A)に対応し、以下、図9の(B)が図10の(C)に、図9の(C)が図10の(E)に対応する。

【0043】更に、図10の右側の図は、左側の図について累積数比をとったものである(例えば、図10の(B)は、図10の(A)の値を用いて累積値比をとっている)。図10の(A)は、階調変換されている一般の画像のヒストグラムであり、図9の(A)の場合と比較して、値にばらつきがある。

【0044】図10の(A)から周期パターンを見つけるのは難しいので、図10の(B)に変換すると、図9の(A)と似通ったパターンを見つけることができる。

【0045】このパターンから階調変換の種類を推定し、その逆変換をした場合のヒストグラムが図10の(C)、その累積数比を採ったのが図10の(D)である。

【0046】図10の(C)の斜線部は、図9の(B)の斜線部と同様、すぐ右隣の濃度値に移すべき画素の数を示しているが、図9の(B)の場合と違って、単純に2分割できないので斜線部の数を決めるのは難しい。一方、図10の(D)を見ると、累積数比が「1.0」と「2.0」付近に分かれて分布していることが分かる。図10の(D)において「2.0」付近の値を持つ濃度値の画素について、斜線部分を移動し、図10の(F)に示すように滑らかな変化となる画素数を決めると、画像のヒストグラムは図10の(E)になる。図10の(F)で、値を滑らかにつなぐ為にスプライン曲線などを用いることができる。

【0047】図11は、本発明の第2の目的である、背景となる画像中に別の画像の一部を重畳する画像合成シミュレーションについての説明図である。階調数を落とすことなく使用する2つの画像の階調を揃えるために、背景となる画像300のヒストグラムを採り、図1のフローに沿って画像300に階調変換が掛けられているかどうかを調べる。図1のステップ140において特徴的な周期パターンが抽出された場合には、階調変換の種類を推定し、図8のフローに沿って原画像320の復元を行なう。さらに、重畳する画像についても同様の処理を行ない、画像310から原画像330を復元する。

【0048】背景となる画像330と重畳する画像32

0を復元した後、画像合成シミュレーションを行ない、合成画像340を作成する。ただし、ここでいう画像合成シミュレーションは、画像の切り貼りだけを指すものではなく、従って切り貼りの際の階調変換を制限するものではない。この手順により、階調数を落すことなく合成画像を作ることができる。

【0049】図12は、画像データにその画像の関連情報を記述するデータ領域を付加して用意し、そのデータ領域に原画像の画素値と階調変換後の画素値の対応付け情報を蓄積しておく場合の記憶媒体の構造を示す説明図である。

【0050】画像の関連情報を記述するデータ領域400（一般には画像ヘッダと呼ばれる）は、濃度値データ410と共に蓄積されている。ここで用いる濃度値データ410は、カラー画像の場合は赤・緑・青の各成分の濃度値を並べたベタ画像データである。データ領域400は、例えば画像ファイル名420や画像サイズ430、撮影条件440、また入力機器名称450などから構成されている。本発明による画像情報ヘッダは、更に階調変換の情報を記述する領域460を持っている。この領域460は、濃度値対応テーブル470の形式をした2次元配列になっており、カラー画像の場合は赤・緑・青の各色毎に、階調変換前の濃度値480と階調変換後の濃度値490を対応付けている。

【0051】次に、図12に示した階調変換情報が与えられた場合や、濃度値対応テーブル470が与えられない場合でも階調変換前の濃度値480と階調変換後の濃度値490が対応付けられた場合、画素の濃度値をどのような処理で書き換えるかを図13にフローチャートで示す。

【0052】まず、ステップ500で画像の画素が順番にスキャンされ、画素の持つ濃度値がステップ510に入力される。同時にステップ510において、値の重複を調べる変数mが初期化される。続いて、ステップ520で入力された濃度値を、濃度対応テーブル内の変換後濃度値の中で検索する。ステップ530の判定部で、ステップ520で検索している濃度値が見つかったかどうかを判定し、同じ値を見つけるまで検索を繰り返す。同じ値が見つかった場合はステップ540に進み、対応する変換前濃度値をメモリ内に保存しておく。同時に、値mをインクリメントする。

【0053】次に、ステップ550においてテーブルの最後まで検索されたかどうかを判定し、途中の場合はステップ520に戻って検索を続ける。テーブルの検索が終わったなら、ステップ560に進み、値mが1かどうかを判定する。mが1の場合は、階調変換前の濃度値480と階調変換後の濃度値490が1対1で対応していることになり、ステップ600に進んで濃度値を書き換え、画素値の書き換えを行なう。値mが1でない場合は、ステップ570で1以上m以下の整数を乱数で発生

させる。いま、発生した乱数がkであったとすると、ステップ580でメモリ内にk番目に蓄積した変換前の濃度値を選択する。ステップ590で画素値の書き換えを行ない、ステップ600で画像の全ての画素がスキャンし終わるまで、ステップ500に戻る処理を繰り返し、全ての画素がスキャンされると処理が終了する。

【0054】図14は、画像データの圧縮についての説明図である。画像データは、一般に画像ヘッダ領域400と濃度値410からなるが、濃度値410を限定色表現して圧縮すると、ヘッダ部に濃度値のテーブル700が必要となる。すなわち、各画素の濃度値は限定色を区別するパレット番号に置き換えて710のデータに圧縮できるが、テーブル700の領域が必要となるので、全体のデータ量があまり減少しない場合もありうる。

【0055】そこで、この濃度値テーブルを無くし、全体のデータの量を減らせることでデータの圧縮を行なう。これには、図1のステップ140でヒストグラムのパターンを検出できるように濃度値を変換しておかなければならない。そこで、濃淡の階調を少なくする方法として、図14の(B)のような階調変換を用いて限定する色を決める。したがって、圧縮後の濃度値をパレットの色としてそのまま利用する。傾き $b/a$ の関数を階調変換に用いれば、画素を表現する為に必要なビット数を $b/a$ 倍に圧縮することができる。

【0056】図15は、本発明を計算機システムで実現するための1機器構成例である。計算機システム800は、画像データの入力を行なう画像入力部810と、画面表示部820、制御プログラムを格納する主記憶装置（メインメモリ）830、制御プログラムを実行する中央演算装置（CPU）840、周期パターンと階調変換の関数を対応づけて格納する2次記憶装置850、処理を行なった画像を印刷するフルカラープリンタ860により構成される。

【0057】これらのモジュールはシステムバス870を介して、相互にデータの交換が可能である。2次記憶装置850としては、ハードディスク、ホストコンピュータ上の記憶媒体、CD-ROM、フロッピーディスク等が考えられ、予め解析的に求めた情報を装置内の記録領域に蓄積しておき、図1のステップ150の判定部におけるマッチングに用いられる。

【0058】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明によれば、入力機器のハード的な特性や入力後のソフト的な処理によって画像の階調が影響されており、しかもどのような階調変換が掛けられているかという情報が無い場合についても、階調変換の影響を取り除いた原画像のデータを復元することができる。従って、デジタル画像に対して階調変換を掛ける必要性がある場合に、階調変換による画質の劣化、すなわち階調変換を繰り返すことによって階調数の少ないのっぺりとした画像になってしまう

現象を軽減することができる。

【0059】さらに、画像合成シミュレーション等に用いる画像が、同じ入力機器によって入力された画像データであるなら、本方式によって2つの画像を自動的に、同じ階調である原画像に戻ることができる。

【0060】また、画像データを保存する記憶装置やデータを送るときのネットワークに対する負荷を軽減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の処理手順の1実施例を示すフローチャートである。

【図2】図1の処理を補足する為の変換データについての説明図である。

【図3】サンプル画像のヒストグラムを用いて階調変換を掛けることによる影響を示す説明図である。

【図4】様々な階調変換をサンプル画像に掛けたときのヒストグラムを示す図であり、階調変換の種類と周期パターンの対応付けを示す説明図である。

【図5】非線形な関数によって階調変換がなされる場合の説明図である。

【図6】一般的な画像に本発明の処理を適用するための

説明図である。

【図7】図6における階調変換の関数を別のものにした場合の説明図である。

【図8】階調変換に使われた関数が分かった場合に、原画像を復元する処理の1実施例を示すフローチャートである。

【図9】図8の処理課程においてヒストグラムを復元する処理の説明図である。

【図10】一般の画像について原画像を復元する際の平滑化処理についての説明図である。

【図11】本発明を画像合成シミュレーションに用いた場合の処理を示す説明図である。

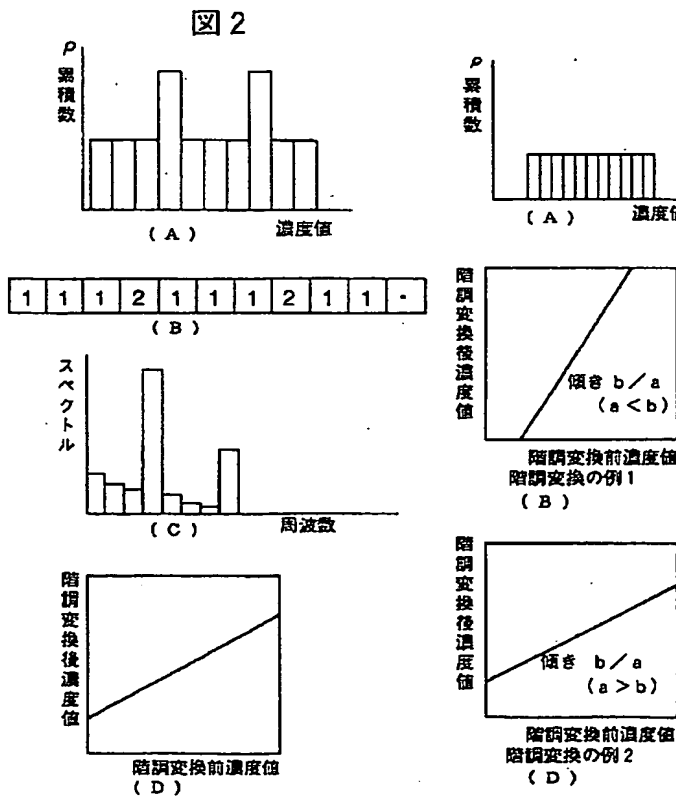
【図12】階調変換の情報を画像ヘッダ領域に蓄積する為のデータ構造についての説明図である。

【図13】階調変換情報が与えられた時に変換前の濃度値を決める処理の1実施例を示すフローチャートである。

【図14】本発明を用いた画像データの圧縮を示す説明図である。

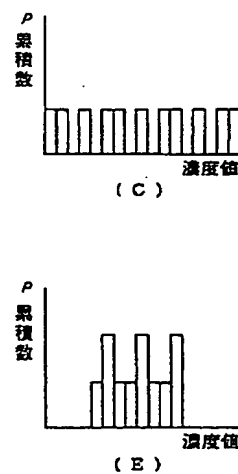
【図15】本発明を計算機システムで実現するための1機器構成例である。

【図2】



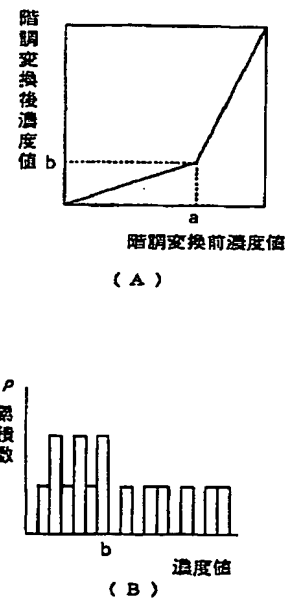
【図3】

図3



【図5】

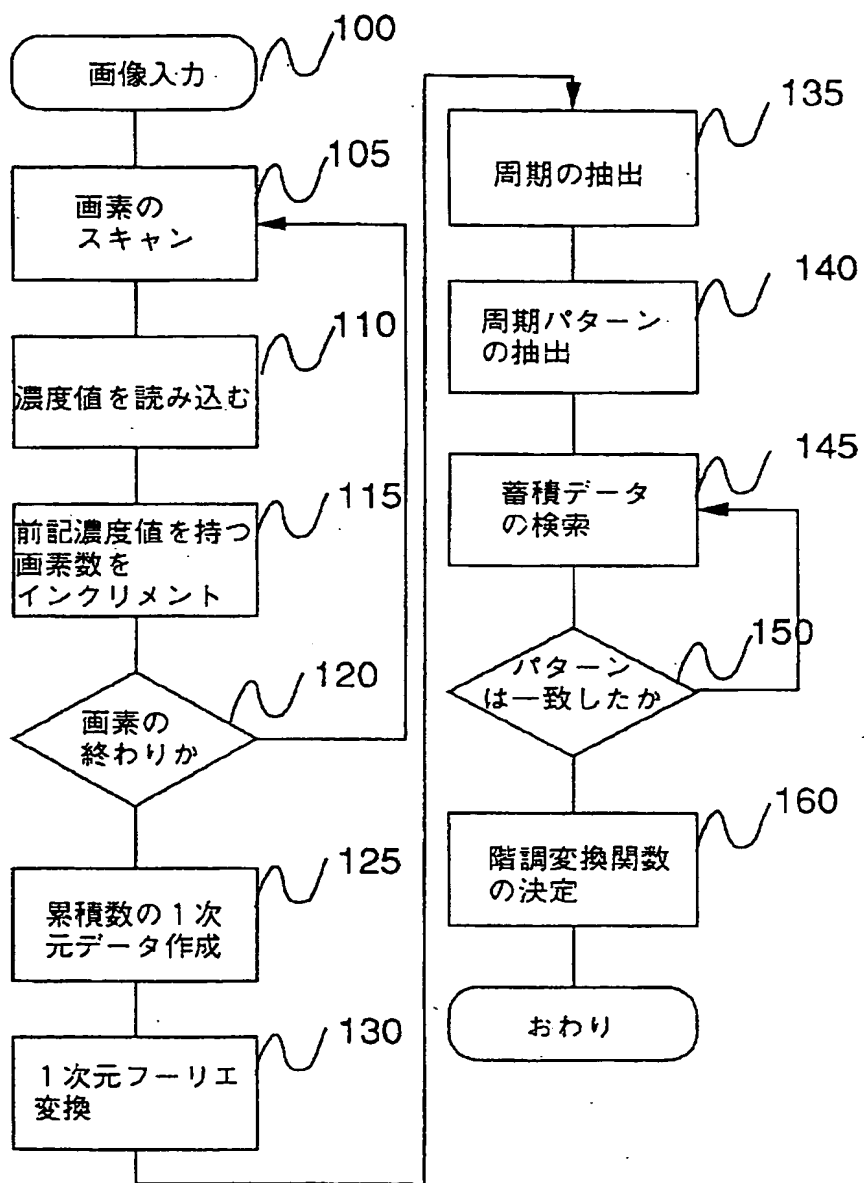
図5





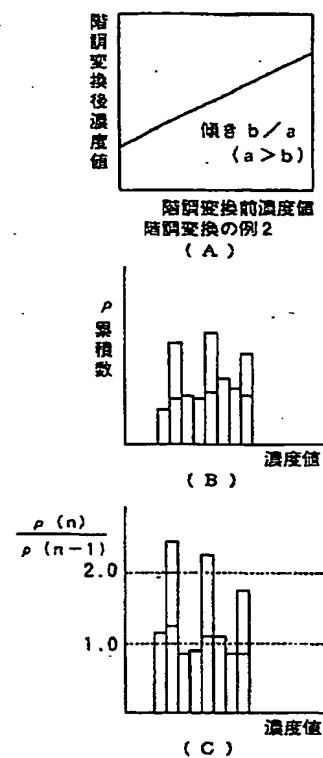
【図1】

図 1



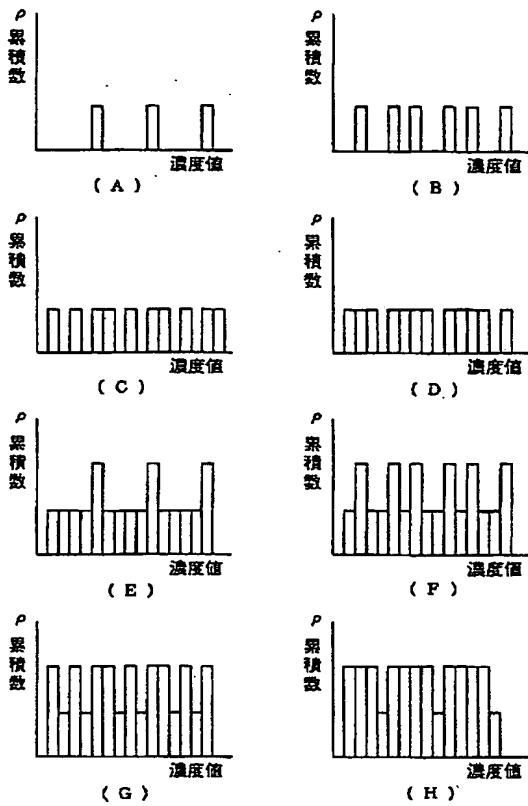
【図7】

図 7



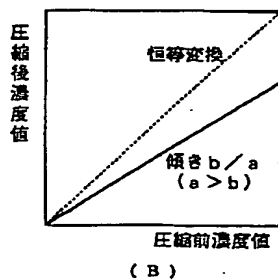
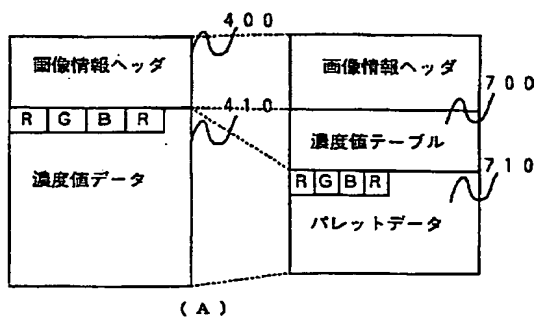
【図4】

図4



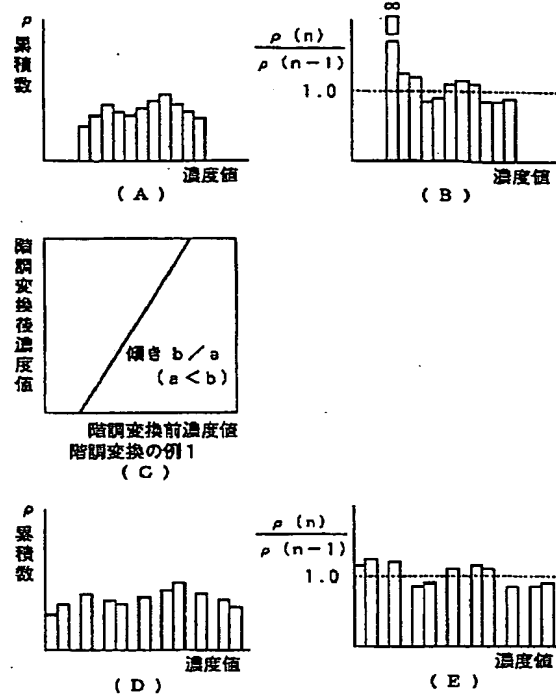
【図14】

図14



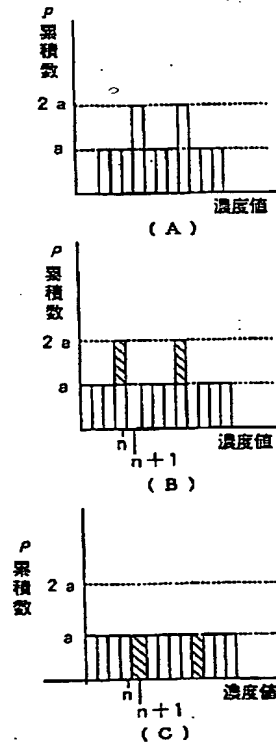
【図6】

図6



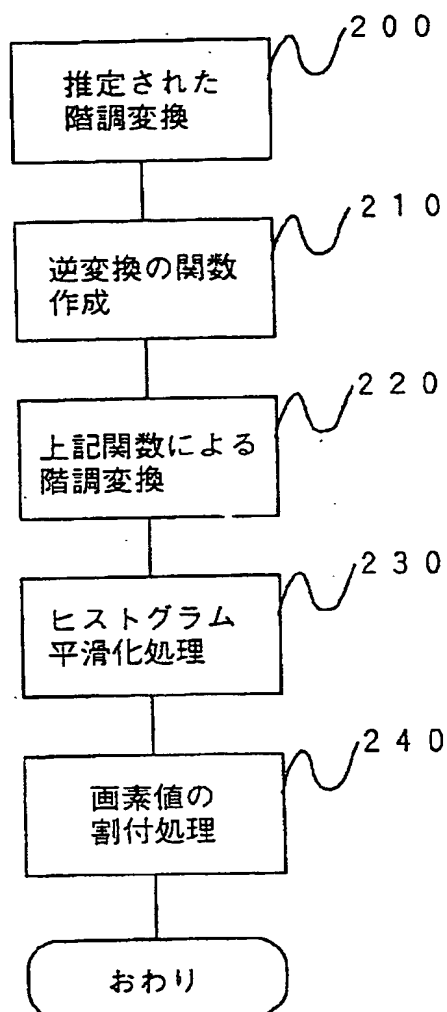
【図9】

図9



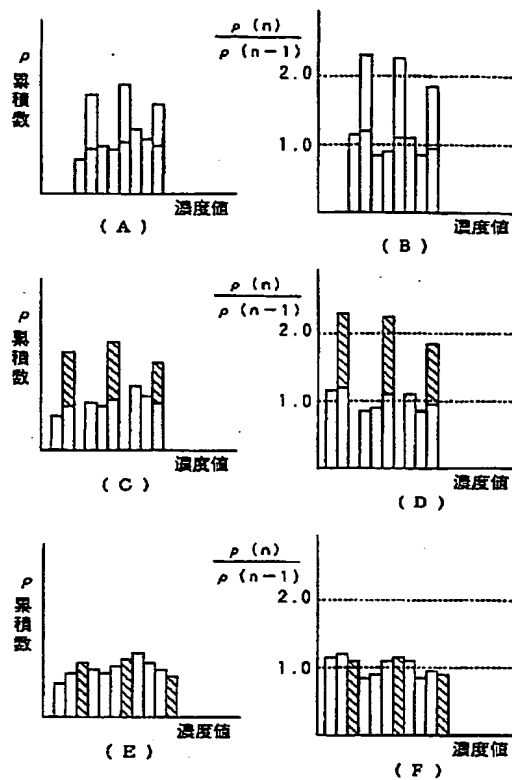
【図8】

図 8



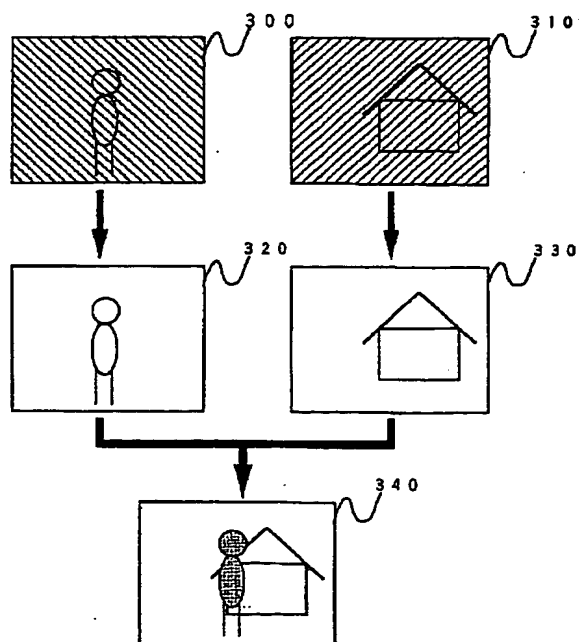
【図10】

図10



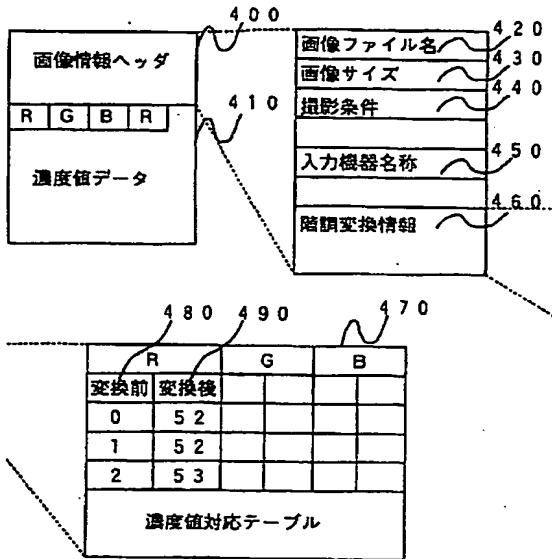
【図11】

図 11



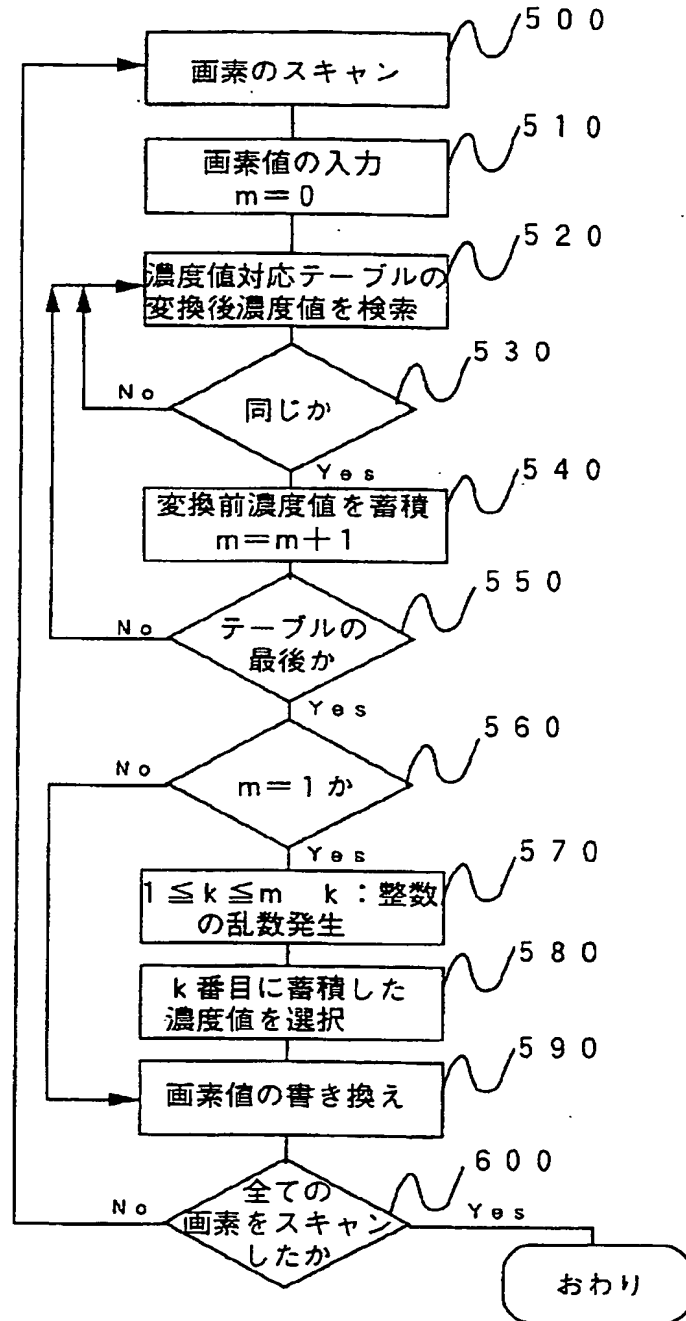
【図12】

図12

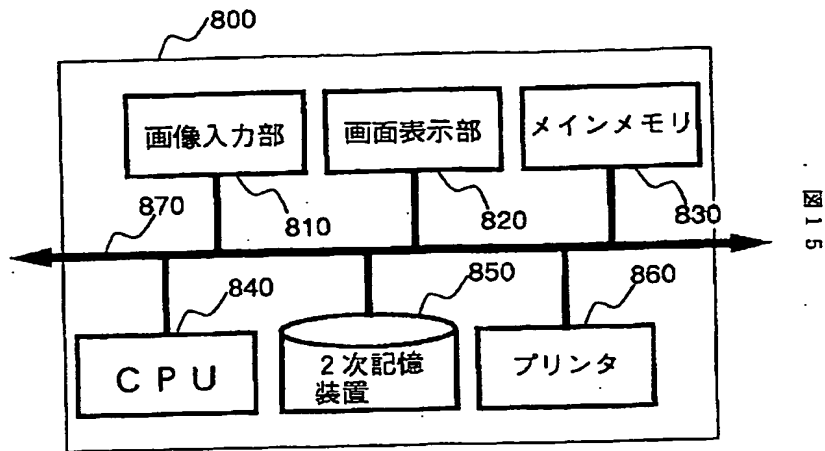


【図13】

図13



【図15】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**